

PERENCANAAN GEDUNG SEKOLAH 4 LANTAI (1 BASEMENT) DENGAN PRINSIP DAKTAIL PENUH DI DAERAH SUKOHARJO

Naskah Publikasi

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana S-1 Teknik Sipil



Diajukan Oleh :

**NAJIB AL AMIN
NIM : D100 040 034
NIRM : 04.6.106.03010.50034**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2014**

LEMBAR PENGESAHAN

PERENCANAAN GEDUNG SEKOLAH 4 LANTAI (1 BASEMENT) DENGAN PRINSIP DAKTAIL PENUH DI DAERAH SUKOHARJO

NASKAH PUBLIKASI

Diajukan dan dipertahankan pada Ujian Pendadaran
Tugas Akhir di hadapan Dewan Penguji
Pada tanggal : 29 Januari 2014

diajukan oleh :

NAJIB AL AMIN
NIM : D 100 040 034
NIRM : 04.6.106.03010.5.0034

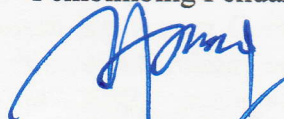
Susunan Dewan Penguji:

Pembimbing Utama



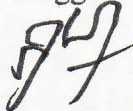
Ir. Abdul Rochman, M.T.
NIK : 610

Pembimbing Pendamping



Basuki, S.T., M.T.
NIK : 783


Anggota



Budi Setiawan, S.T., M.T.
NIK : 785

Tugas Akhir ini diterima sebagai salah satu persyaratan
Untuk mencapai derajat Sarjana S-1 Teknik Sipil
Surakarta.....

Dekan Fakultas Teknik



Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D.
NIK : 682

Ketua Jurusan Teknik Sipil



Ir. H. Suhendro Trinugroho, M.T.
NIK : 732

PERENCANAAN GEDUNG SEKOLAH 4 LANTAI (1 BASEMENT) DENGAN PRINSIP DAKTAIL PENUH DI DAERAH SUKOHARJO

Najib Al Amin

(D 100 040 034)

Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta

ABSTRAKSI

Tugas akhir ini dimaksudkan untuk merencanakan gedung sekolah bertingkat dengan fasilitas tertentu dalam satu gedung, dalam bentuk nyata hampir sama dengan gedung sekolah. Perencanaan ini dibatasi pada perencanaan struktur dari gedung, yaitu struktur atap (kuda-kuda) dan beton bertulang (plat lantai, tangga, balok, kolom, dan perencanaan pondasi). Perencanaan gedung terletak di Sukoharjo dengan faktor gempa sesuai dengan prinsip daktail penuh. Perencanaan pembebanan untuk gedung menggunakan Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG) 1983 dan Peraturan Beton Bertulang Indonesia (PBI) 1971. Analisis perhitungan struktur gedung menggunakan bantuan “*SAP 2000*” *non linear* dengan tujuan mempercepat perhitungan. Sedangkan penggambaran menggunakan program *Autocad* 2007. Analisis beban gempa menggunakan metode statik ekuivalen dengan Pedoman Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Rumah dan Gedung SNI-1726-2002. Tata cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung mengacu pada SNI 03-2847-2002, sedangkan untuk perhitungan struktur rangka atap baja mengacu pada PPBBUG 1987 serta SNI 03-1729-2002. Mutu bahan untuk penulangan struktur beton bertulang dengan kuat tekan (f'_c) = 25 MPa, f_y plat = 300 MPa, f_y balok = f_y kolom = f_y pondasi = 400 MPa, sedangkan untuk profil kuda-kuda baja menggunakan mutu baja Bj 37 (f_{ijin} = 1600 kg/cm²). Hasil yang diperoleh pada perencanaan struktur gedung adalah sebagai berikut : Struktur rangka kuda-kuda baja menggunakan profil \angle 50.65.7, \angle 30.45.4, \angle 50.65.7, dan \angle 30.45.4, dengan alat sambung Las dan pelat buhul 10 mm. Ketebalan plat atap 10 cm dengan tulangan pokok D8 dan tulangan bagi D6. Ketebalan plat lantai 12 cm dengan tulangan pokok D8 dan tulangan bagi D6. Ketebalan Plat tangga dan bordes 15 cm dengan tulangan pokok D14 dan tulangan bagi D8. Balok induk menggunakan dimensi 300/500, dan kolom rencana menggunakan dimensi 500/500. Dimensi pondasi tiang pancang 250/250 mm dengan tulangan pokok D12 dan tulangan geser 2 dp 6, plat *poer* (2,5x2,5) m² setebal 0,5 m dengan tulangan pokok D16 dan tulangan bagi D16, sedangkan dimensi sloof 300/500 menggunakan tulangan pokok D16+D10 dan tulangan geser 2 dp 10.

Kata kunci : *Autocad* 2007; daktail penuh; perencanaan; *SAP* 2000

PLANNING FOR BUILDING SCHOOL 4 FLOOR (1 BASEMENT) WITH FULLY DUCTILE IN SUKOHARJO

Najib Al Amin

(D 100 040 034)

Civil Engineering Department

Faculty of Engineering

Universitas Muhammadiyah Surakarta

ABSTRACTION

The final task is intended to plan storied school building with certain facilities in the building, in the form of real-almost equal to the school building. This plan is limited to the structural design of the building, namely the roof structure (the horses) and reinforced concrete (floor plate, stairs, beams, columns, and foundation plan). Planning buildings located in earthquake Sukoharjo by a factor according to the principle of full ductile. Planning for the building load using Indonesian Loading Regulation for Building (PPIUG) Regulations 1983 and Reinforced Concrete Indonesia (PBI) 1971. Analysis of the building structure calculations using a " SAP 2000 " with the aim of accelerating non- linear calculations . While the depiction using a program *Autocad 2007*. Analysis of earthquake loads using equivalent static method with Earthquake Resistance Planning Guidelines For Home and Building ISO - 1726-2002 . Procedure for Calculation of Concrete Structures for Buildings refer to SNI 03-2847-2002 , whereas for the calculation of the steel roof frame structure refers to PPBBUG 1987 and SNI 03-1729-2002 . Quality materials for reinforcement of reinforced concrete structures with compressive strength (f'_c) = 25 MPa , f_y = 300 MPa plate , beam f_y = columns f_y = foundation f_y = 400 MPa , whereas for horses steel profiles using quality steel Bj 37 (kg/cm² ijin = 1600) . The results obtained in the structural design of buildings is as follows : the structural steel frame easel using \angle profile 50.65.7 , \angle 30.45.4 , \angle 50.65.7 , and \angle 30.45.4 , by means of grafting and plate Las gusset 10 mm . Roof plate thickness of 10 cm with a principal reinforcement reinforcement for D6 and D8 . Slab thickness of 12 cm with a principal reinforcement reinforcement for D6 and D8 . Plate thickness of 15 cm stairs and landing with basic reinforcement reinforcement for D8 and D14 . Beam using the dimensions 300/500 , and plans to use the column dimensions 500/500 . Pile foundation dimensions 250/250 mm with reinforcement and shear reinforcement principal D12 2 dp 6 , plate poer (2,5 x2,5) m2 0.5 m as thick 0.5 m with reinforcement principal reinforcement for D16 and D16 , while the sloop dimensions 300/500 uses D16 + D10 principal reinforcement and shear reinforcement 2 dp 10.

Keywords: *Autocad 2007; ductile full; planning; SAP 2000*

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sukoharjo merupakan kabupaten yang tengah berkembang Di Propinsi Jawa Tengah. Hal ini mengakibatkan semakin ditingkatkannya sarana dan prasarana di bidang pendidikan. Untuk menunjang hal tersebut maka dibutuhkan prasarana yang baik, dalam hal ini yang dibutuhkan adalah gedung sekolah yang memadai dan tidak memakan banyak lahan. Berkaitan dengan hal tersebut diatas maka penyusun mencoba untuk merencanakan gedung sekolah 4 lantai (+ 1 basement) di Sukoharjo.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang diuraikan pada bagian latar belakang, penulis mengambil suatu rumusan yang akan digunakan sebagai acuan sebagai berikut:

1. Keadaan Sukoharjo yang semakin berkembang sehingga dibutuhkan suatu sarana yang memadai dan mendukung dalam kegiatan pendidikan berupa gedung sekolah.
2. Mengingat Indonesia terletak dipertemuan Cirkum Pasifik dan Tran Asiatik, maka diperlukannya perencanan struktur gedung tahan gempa.

C. Tujuan Perencanaan

Tujuan yang ingin dicapai pada penyusunan Tugas Akhir ini adalah mendapatkan perencanaan struktur beton bertulang untuk gedung sekolah 4 lantai (+1 *basement*) tahan gempa di Sukoharjo dengan prinsip daktail penuh yang sesuai dengan standar peraturan-peraturan yang berlaku di Indonesia.

D. Manfaat Perencanaan

Manfaat pada Tugas Akhir ini ada 3 macam yang hendak dicapai yaitu manfaat secara teoritis dan secara praktis, dengan penjelasan sebagai berikut :

- 1). Secara teoritis, perencanaan gedung ini diharapkan dapat menambah pengetahuan di bidang perencanaan struktur, khususnya dalam perencanaan struktur beton bertulang tahan gempa dengan prinsip daktail penuh.
- 2). Secara praktis, perencanaan gedung ini diharapkan dapat dipakai sebagai salah satu referensi dalam merencanakan struktur bangunan gedung tahan gempa khususnya di daerah Sukoharjo.
- 3). Membandingkan perencanaan struktur gedung dengan prinsip daktail parsial dan daktail penuh.

E. Batasan Masalah

Menghindari melebarnya pembahasan, dalam penyusunan tugas akhir ini permasalahan dibatasi pada perencanaan struktur, yaitu perencanaan struktur atap (kuda-kuda) dan beton bertulang (plat lantai, tangga, balok, kolom dan perencanaan pondasi) dari gedung perkuliahan dengan prinsip daktail parsial. Batasan yang digunakan antara lain sebagai berikut :

1. Perhitungan perencanaan struktur beton bertulang pada sekolah empat lantai (+1 *basement*) dengan prinsip daktail penuh sesuai dengan SK SNI-15-1991-03 (tinjauan prinsip daktail parsial dan daktail penuh).
2. Berdasarkan Pasal 4.3.3 SNI 3-1726-2002, taraf kinerja struktur gedung berupa daktail penuh dengan faktor daktail (μ) = 5,3 dan faktor reduksi gempa (R) = 8,5 di Sukoharjo yang termasuk wilayah gempa 3 .
3. Kombinasi pembebanan pada struktur atap berdasarkan SNI 03-1729-2000.
4. Kombinasi pembebanan pada struktur beton bertulang berdasarkan SNI 03-2847-2002.
5. Analisa struktur menggunakan program SAP 2000 V. 11 non linear.
6. Struktur atap direncanakan dengan kuda-kuda rangka baja.
7. Plat atap direncanakan dengan ketebalan 100 mm dan plat lantai serta plat tangga direncanakan dengan ketebalan 150 mm.
8. Dimensi awal balok induk 400/600 mm, balok anak 300/400 mm dan kolom 600/600 mm. Dimensi ini digunakan sebagai data awal perhitungan dan dapat

berubah sesuai dengan perhitungan dimensi yang paling optimal (bila memungkinkan)

9. Pondasi digunakan tiang pancang dan dipancangkan sampai mencapai tanah keras.
10. Mutu beton $f'_c = 25$ MPa, mutu baja tulangan (f_y) BJTD = 400 MPa, mutu baja begel BJTP = 300 MPa dan mutu baja rangka kuda-kuda = BJ₃₇.
11. Tinggi kolom direncanakan 4 m.
12. Membandingkan hasil analisis struktur dengan tinjauan prinsip daktail parsial dan tinjauan prinsip daktail penuh sehingga diperoleh efisiensi penggunaan bahan beton dan tulangan dalam merencanakan struktur beton bertulang pada struktur balok dan kolom.
13. Pada perencanaan ini digunakan peraturan-peraturan sebagai berikut:
 - a). Pedoman Perencanaan Bangunan Baja Untuk Gedung (PPBBUG) 1987.
 - b). Peraturan Beton Bertulang Indonesia (PBI) 1971.
 - c). Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG) 1983.
 - d). Pedoman Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Rumah dan Gedung SNI-1726-2002.
 - e). Tata cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung, SNI 03-2847-2002.
14. Struktur pondasi direncanakan menggunakan tiang pancang, dan dipancangkan sampai mencapai tanah keras.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Umum

Untuk merencanakan atau mendesain suatu struktur gedung bertingkat yang tahan terhadap gaya gempa memerlukan penguasaan dan pengetahuan tentang struktur secara menyeluruh, baik mengenai analisis struktur, struktur beton dan semua hal yang berhubungan dengan struktur bangunan itu sendiri.

Selama gempa bumi, bangunan mengalami gerakan vertikal dan gerakan horisontal. Gaya inersia atau gaya gempa, dalam arah vertikal hanya sedikit mengubah gaya gravitasi yang bekerja pada struktur, sedangkan struktur biasanya direncanakan terhadap gaya vertikal dengan faktor keamanan yang memadai. Oleh karena itu, struktur umumnya jarang sekali runtuh akibat gaya gempa vertikal, kecuali untuk struktur balok kantilever dan kolom yang tidak menerus dari tingkat paling atas sampai ke pondasi. Sebaliknya, gaya gempa horisontal menyerang titik-titik lemah pada struktur yang kekuatannya tidak memadai dan akan langsung menyebabkan keruntuhan/kegagalan (*failure*). Atas alasan ini, prinsip utama dalam perancangan tahan gempa ialah meningkatkan kekuatan struktur terhadap gaya lateral (kesamping) yang umumnya tidak memadai (Muto, 1993).

B. Daktilitas

1. Pengertian Daktil

Menurut SNI-1726-2002, daktil adalah kemampuan suatu struktur gedung untuk mengalami simpangan pasca-elastik yang besar secara berulang kali dan bolak-balik akibat beban gempa di atas beban gempa yang menyebabkan terjadinya pelepasan pertama, sambil mempertahankan kekuatan dan kekakuan yang cukup, sehingga struktur gedung tersebut tetap berdiri, walaupun sudah berada dalam kondisi di ambang keruntuhan.

Berdasarkan SNI 03-1726-2002 (Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung) terdapat 3 tingkat daktil, salah satunya daktil penuh, yaitu perencanaan struktur gedung dengan menggunakan nilai faktor daktilitas struktur gedung (μ) = 5,3.

2. Perencanaan sendi plastis

Pada perencanaan gedung dengan sistem daktil, selain mempertimbangkan terbentuknya sendi plastis pada ujung-ujung balok, juga harus menjamin bahwa kolom lebih kuat dari pada balok-baloknya, sehingga dimensi serta penulangan kolom dihitung berdasarkan momen kapasitas balok di kanan-kiri kolom yang bersangkutan. Disamping itu, dipasang pula tulangan geser (baik arah horisontal

maupun arah vertikal) pada *joint*, agar *joint* lebih kuat dari-pada balok-balok maupun kolom-kolom di sekitar *joint* yang ditinjau (Asroni, 2003).

C. Pembebanan Struktur

1. Kekuatan komponen struktur

Pedoman perhitungan struktur beton di Indonesia, dicantumkan dalam Standar Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung SNI 03-1726-2002. Beberapa komponen struktur tersebut meliputi kuat perlu, kuat nominal dan kuat rencana atau kuat tersedia.

2. Faktor beban

Besar faktor beban yang diberikan untuk masing-masing beban yang bekerja pada suatu penampang struktur akan berbeda-beda tergantung pada jenis kombinasi pembebanan yang bersangkutan. Agar struktur dan komponen struktur memenuhi syarat kekuatan dan layak pakai terhadap bermacam-macam kombinasi beban, maka harus dipenuhi ketentuan dari kombinasi-kombinasi beban berfaktor menurut Pasal 11.2 SNI 03-2847-2002.

3. Faktor reduksi kekuatan (ϕ)

Ketidakpastian kekuatan bahan terhadap pembebanan pada komponen struktur dianggap sebagai reduksi kekuatan (ϕ), yang nilainya ditentukan menurut Pasal 11.3 SNI 03-2847-2002.

4. Perencanaan kapasitas

Konsep perencanaan kapasitas diterapkan untuk merencanakan agar kolom-kolom lebih kuat dari balok-balok portal (*strong column-weak beam*).

D. Beban Gempa

Beban gempa merupakan salah satu beban yang harus diperhitungkan dalam perencanaan struktur bangunan, terutama untuk daerah rawan gempa. Pada perencanaan ini beban gempa dihitung dengan pedoman SNI 03-1726-2002 (Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung).

1. Faktor-faktor penentu beban gempa nominal.

1a).Faktor respons gempa (C_I). Faktor respon gempa dinyatakan dalam percepatan gravitasi yang nilainya bergantung pada waktu getar alami struktur gedung.

1b).Faktor keutamaan gedung (I). Faktor keutamaan gedung merupakan faktor pengali dari pengaruh gempa rencana pada berbagai kategori gedung.

1c).Faktor reduksi gempa (R). Faktor reduksi gempa merupakan rasio antara beban gempa maksimum akibat pengaruh gempa rencana pada struktur gedung elastik penuh dan beban gempa nominal akibat pengaruh gempa rencana pada struktur gedung daktail, yang nilainya bergantung pada faktor daktail struktur gedung tersebut.

1d).Berat total gedung (W_t). Berat total bangunan adalah kombinasi dari beban mati seluruhnya dan beban hidup vertikal tereduksi.

2. Beban geser dasar nominal statik ekuivalen (V)

Struktur bangunan yang dapat menahak beban gempa harus direncanakan untuk menahan suatu beban geser dasar akibat gempa. Besarnya beban geser dasar nominal statik ekuivalen (V) ditentukan berdasarkan ketentuan Pasal 6.1.2 SNI 03-1726-2002, yaitu sebagai berikut :

$$V = \frac{C_I \cdot I}{R} \cdot W_t \dots\dots\dots (II.1)$$

3. Beban gempa nominal statik ekuivalen (F_i)

Beban geser dasar nominal statik ekuivalen (F_i) ditentukan berdasarkan ketentuan Pasal 6.1.3 SNI 03-1726-2002, yaitu sebagai berikut :

$$F_i = \frac{W_i \cdot h_i}{\sum_{i=1}^n (W_i \cdot h_i)} \cdot V \dots\dots\dots (II.2)$$

4. Kontrol waktu getar alami gedung beraturan (T_1)

Menurut Pasal 6.2.1 SNI 03-1726-2002, apabila dimensi portal telah ditentukan dengan pasti, maka waktu getar alami fundamental struktur gedung beraturan dikontrol dengan rumus Rayleigh sebagai berikut :

$$T_1 = 6,3 \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (W_i \cdot d_i^2)}{g \cdot \sum_{i=1}^n (F_i \cdot d_i)}} \dots\dots\dots (II.3)$$

5. Momen puntir

Momen ini memperhitungkan gerakan memuntir, yang menimbulkan gaya geser tambahan pada unsur-unsur vertikal (kolom-kolom dan dinding-dinding) dari suatu tingkat yang ditandai dengan eksentrisitas pusat massa terhadap pusat rotasi lantai tingkat struktur bangunan.

Pusat massa adalah titik tangkap teoritis dari beban geser tingkat dan harus dihitung sebagai titik pusat dari semua beban gravitasi yang bekerja diatas lantai tingkat yang ditinjau (kumulatif) dan yang ditumpu pada tingkat lantai itu.

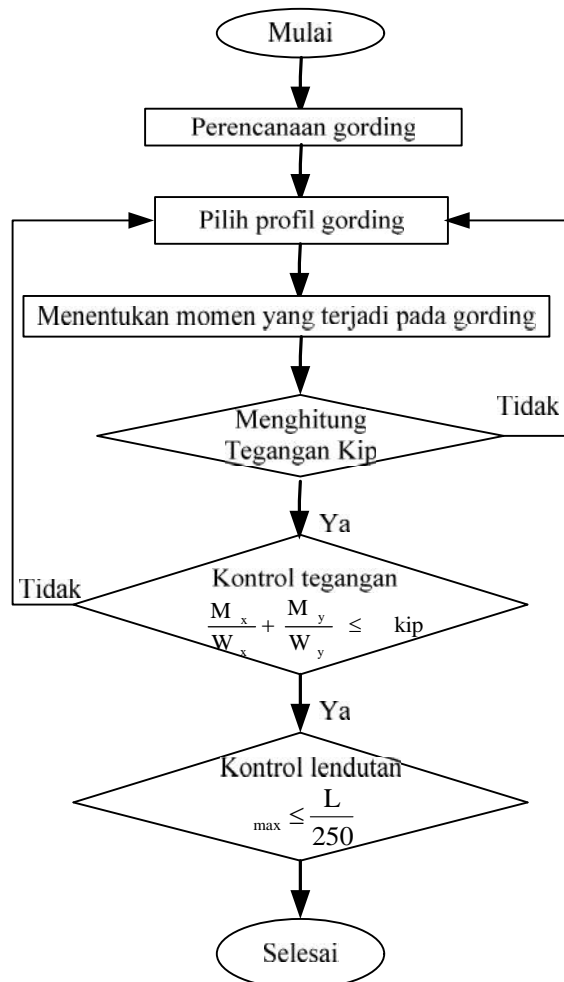
Pusat kekakuan adalah suatu titik tangkap resultante gaya geser gempa yang bekerja didalam semua penampang unsur vertikal yang terdapat pada lantai tingkat yang bersangkutan.

Eksentrisitas adalah jarak antara titik pusat massa struktur dengan titik pusat kekakuan struktur yang dihitung tegak lurus pada arah pembebanan.

III. LANDASAN TEORI

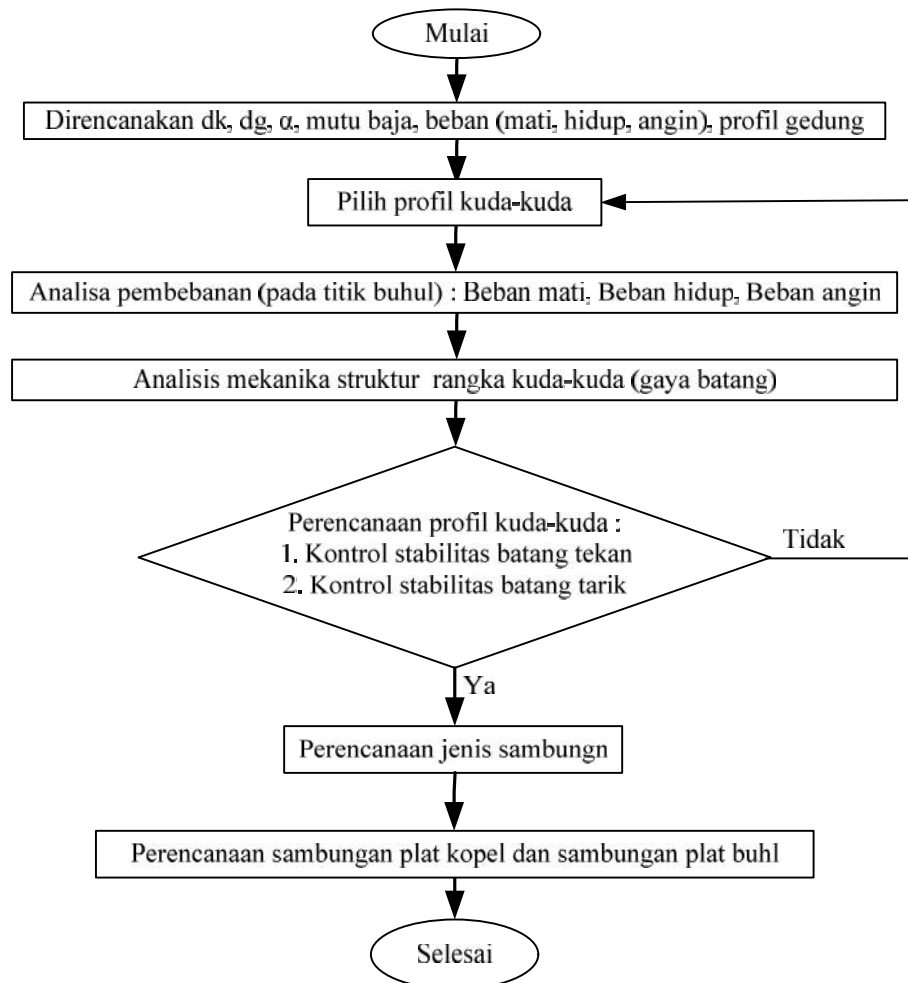
A. Perencanaan Struktur Atap Rangka Baja

1. Perencanaan gording



Gambar III.1. Bagan alir perencanaan gording

2. Perencanaan kuda-kuda



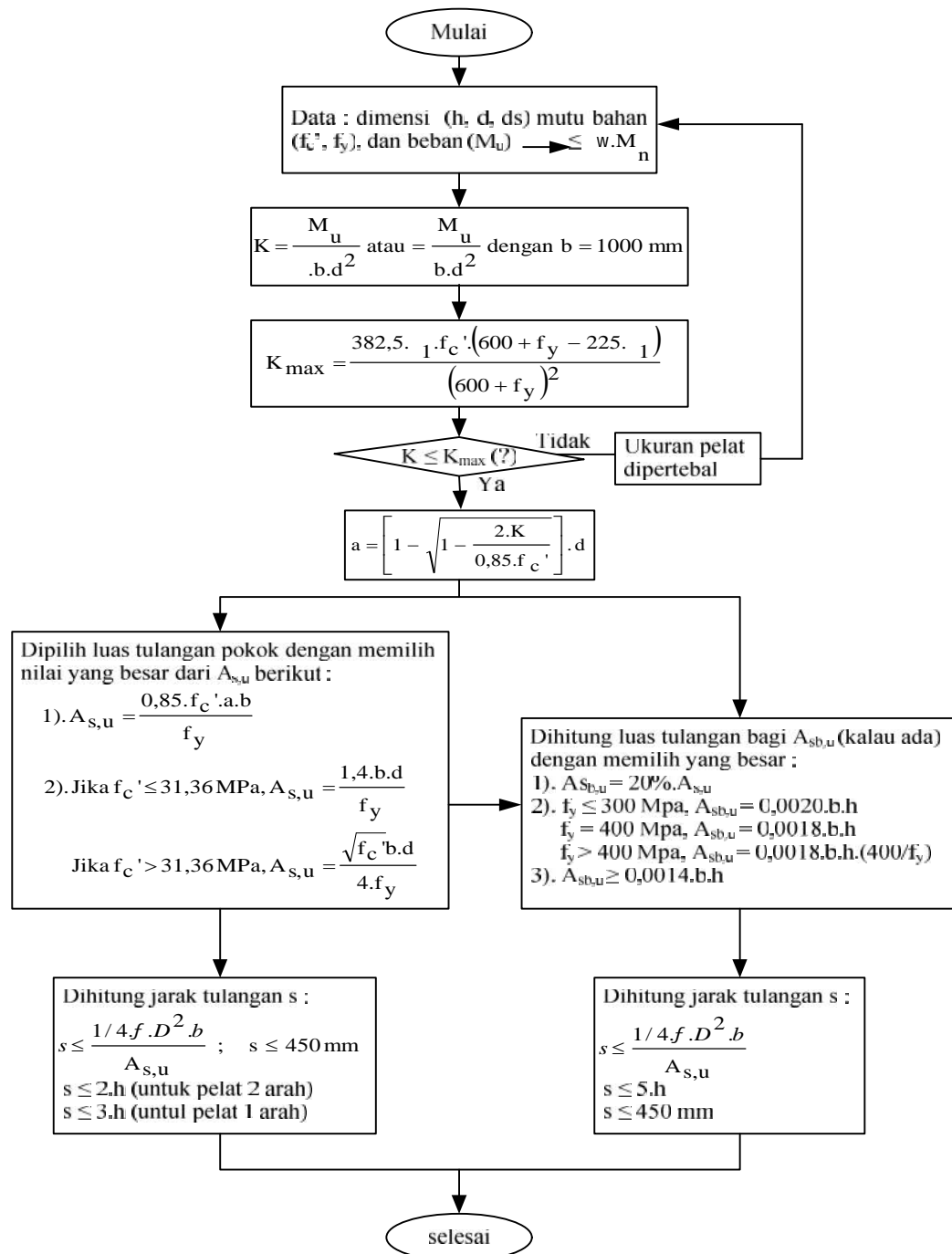
Gambar III.2. Bagan alir perencanaan gording

B. Perencanaan Struktur Plat Lantai dan Tangga

1. Perencanaan plat

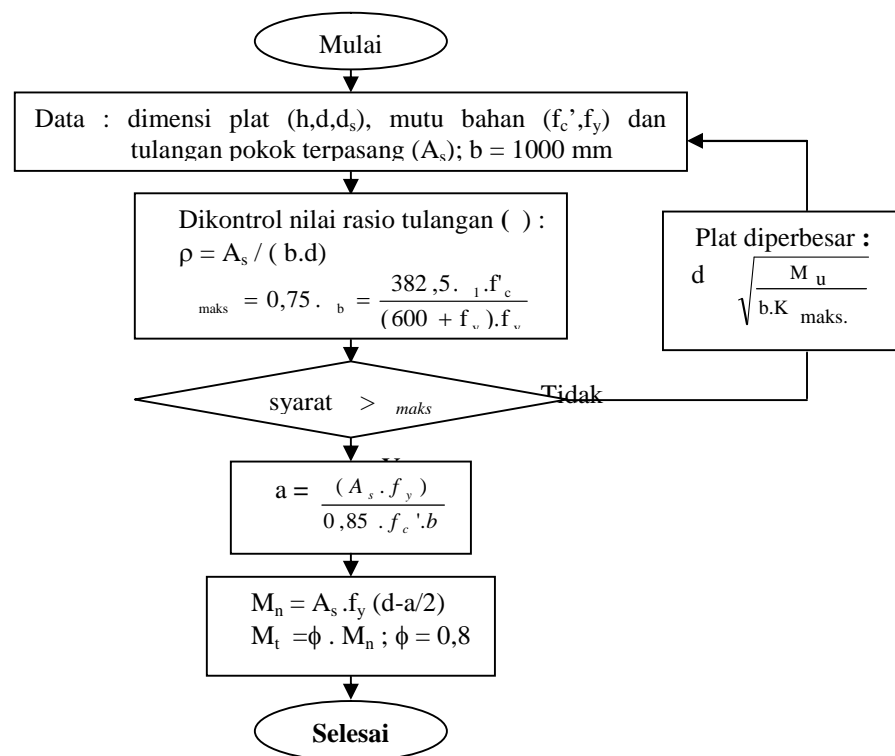
Plat merupakan struktur bidang datar (tidak melengkung) yang jika ditinjau secara 3 dimensi mempunyai tebal yang jauh lebih kecil daripada ukuran bidang plat. Untuk merencanakan plat beton bertulang yang perlu dipertimbangkan tidak hanya pembebanan, tapi juga jenis perletakan dan jenis penghubung di tempat tumpuan. Kekakuan hubungan antara pelat dan tumpuan akan menentukan besar momen lentur yang terjadi pada plat (Asroni, 2007).

Pada plat dihitung tulangan pokok dan tulangan bagi dengan cara seperti yang terlukis pada Gambar III.3.



Gambar III.3. Bagan alir perhitungan penulangan plat

Pada plat dihitung momen tersedia dengan cara seperti yang terlukis pada Gambar III.4.



Gambar III.4. Bagan alir perhitungan momen tersedia plat.

2. Perencanaan tangga beton bertulang

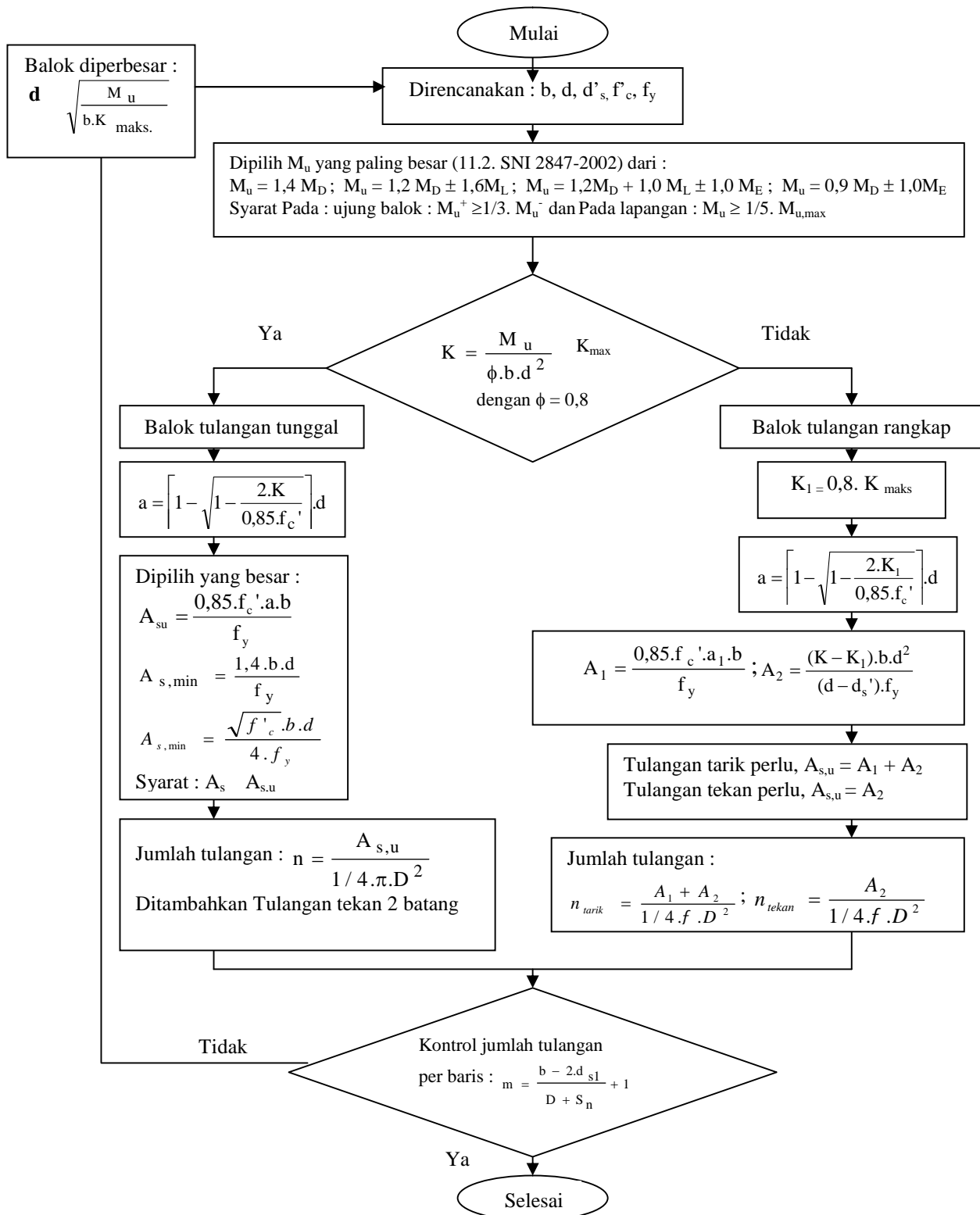
Perencanaan tangga beton bertulang untuk bangunan gedung direncanakan dengan memperhatikan ketentuan-ketentuan yang meliputi sudut kemiringan tangga, lebar tangga, ukuran anak tangga dan berat anak tangga. Untuk perencanaan tulangan dan perhitungan momen tersedia pada tangga beton bertulang dilaksanakan dengan cara yang sama seperti hitungan tulangan plat beton bertulang.

C. Analisis Beban pada Portal

Analisis beban pada struktur portal bangunan gedung menggunakan kombinasi pembebanan berdasarkan SNI 03-2847-2002 yang meliputi analisis beban gempa dan analisis beban gravitasi (beban mati dan beban hidup).

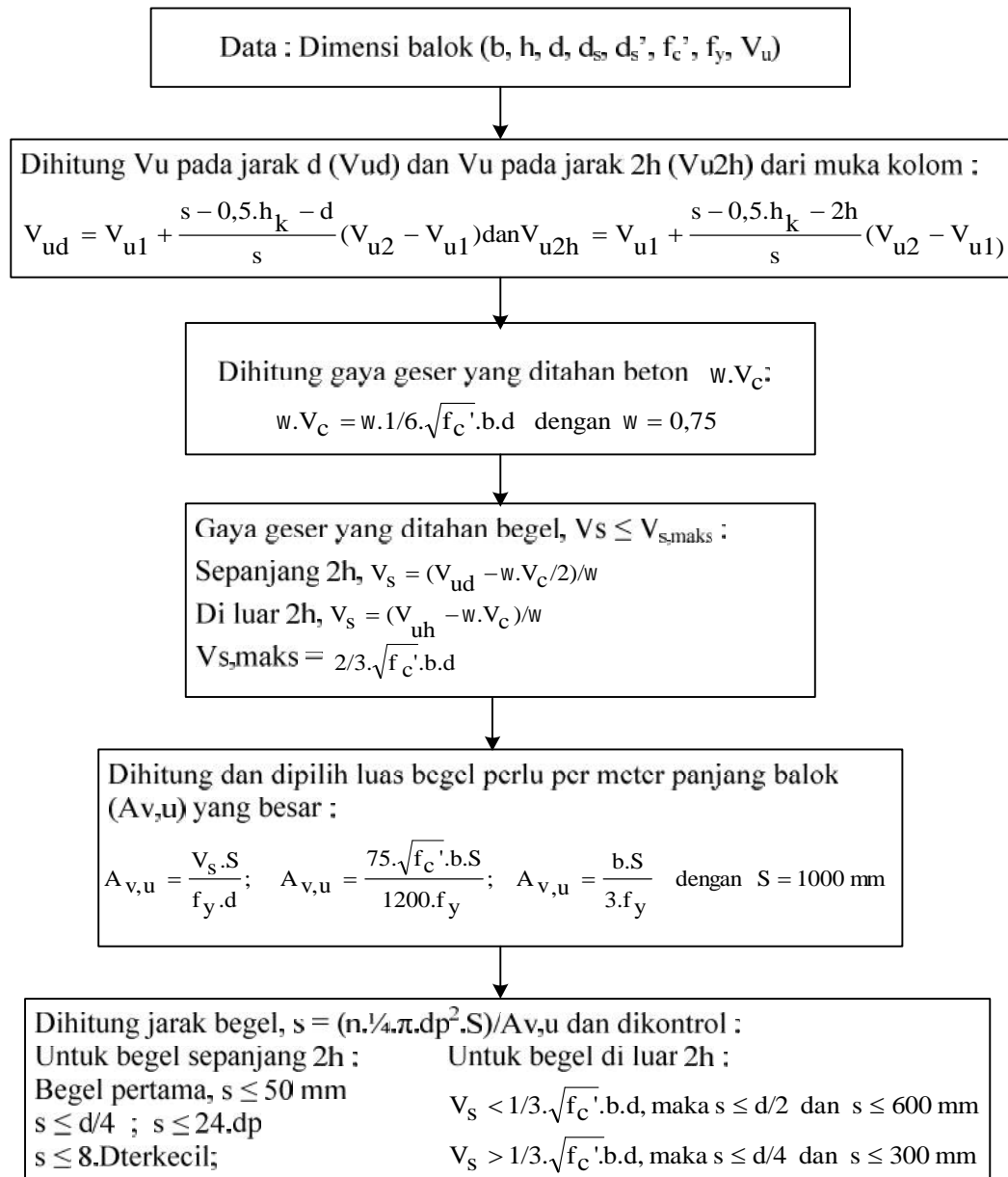
D. Perencanaan Struktur Balok

Pada balok dihitung tulangan memanjang dengan cara seperti yang terlukis pada Gambar III.5.



Gambar III. 5. Bagan alir perhitungan tulangan memanjang balok

Langkah-langkah perencanaan perhitungan tulangan geser balok (*begel* balok) dapat dilihat pada Gambar III.6.



Gambar III.6. Perhitungan tulangan geser balok (*begel* balok)

Momen kapasitas balok dihitung dengan cara sebagai berikut :

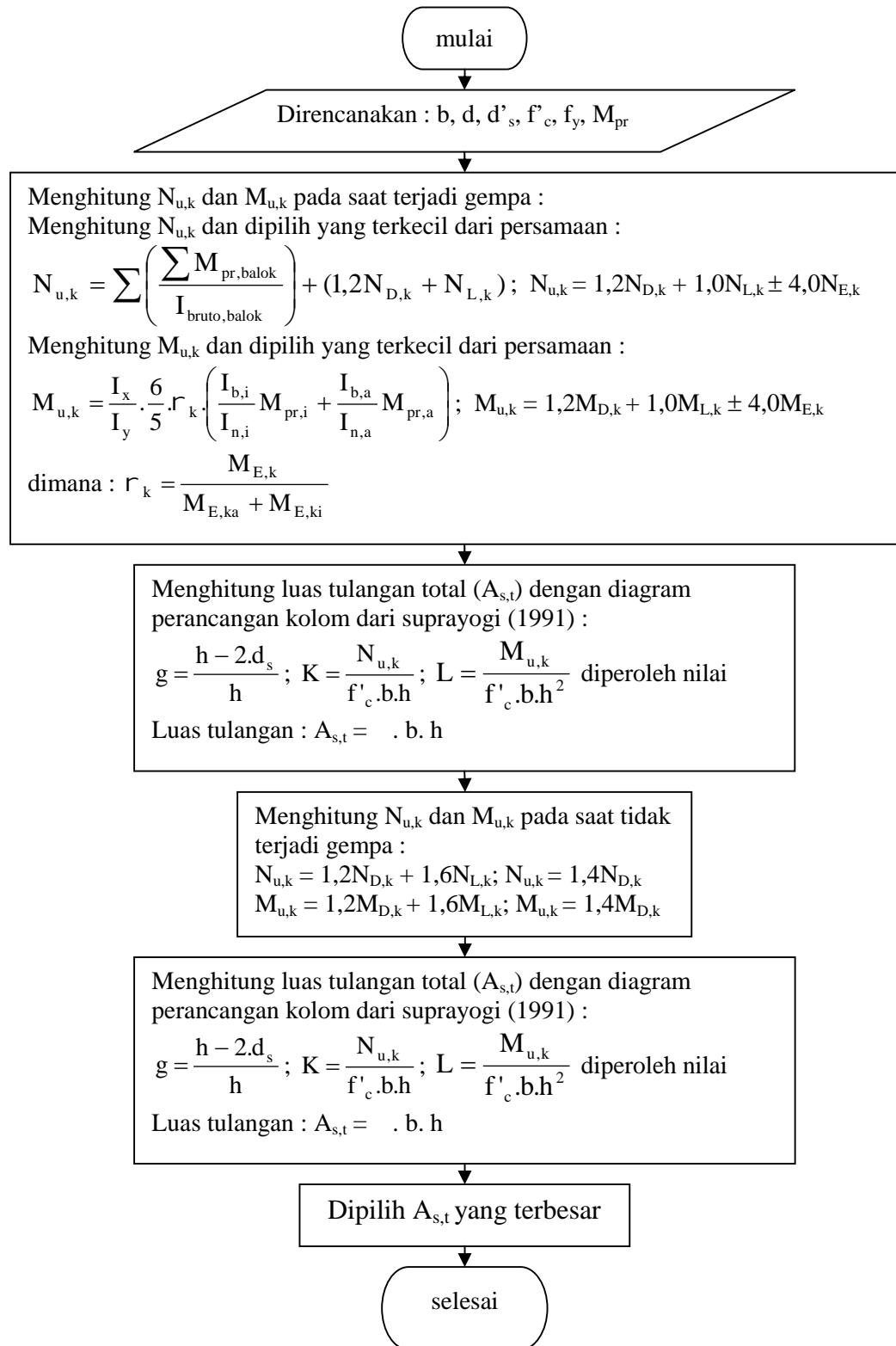
- 1). Menghitung kapasitas tegangan tulangan (f_{kap})
- 2). Dihitung nilai a dan a_{kap}

Beberapa pertimbangan yang perlu diperhatikan untuk torsi pada balok adalah sebagai berikut :

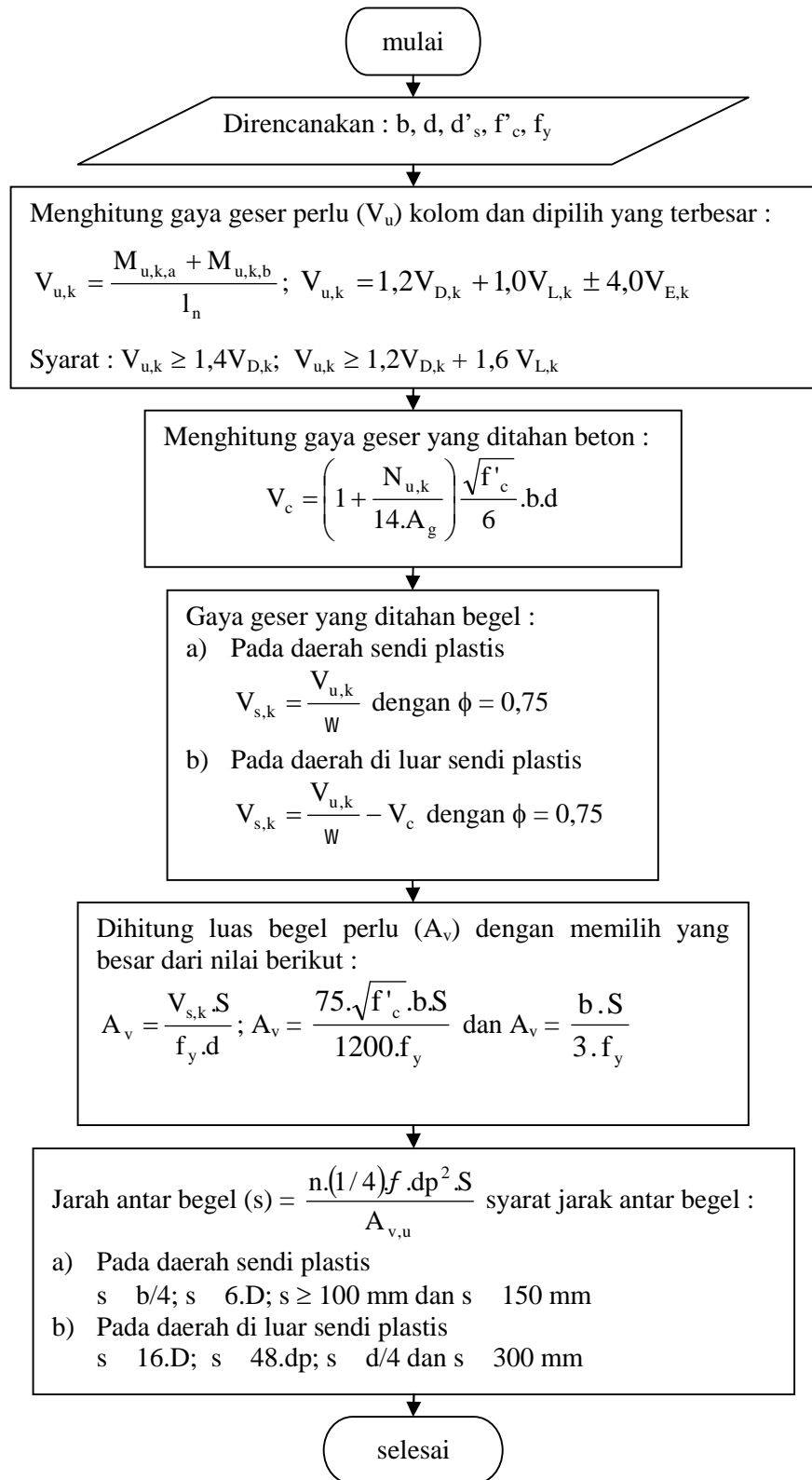
- 1). Tulangan yang dibutuhkan untuk torsi harus ditambahkan pada tulangan yang dibutuhkan untuk menahan momen lentur (tulangan longitudinal) dan untuk menahan geser (begel). Jadi tulangan torsi berupa tulangan longitudinal dan begel tertutup yang ditambahkan.
- 2). Pasal 13.6.1 SNI – 03 – 2847 – 2002. pengaruh puntir dapat diabaikan jika momen puntir terfaktor T_u memenuhi syarat

E. Perencanaan Struktur kolom

Pada kolom dihitung tulangan memanjang dan geser kolom dengan cara seperti yang terlukis pada Gambar III.7 dan Gambar III.8.

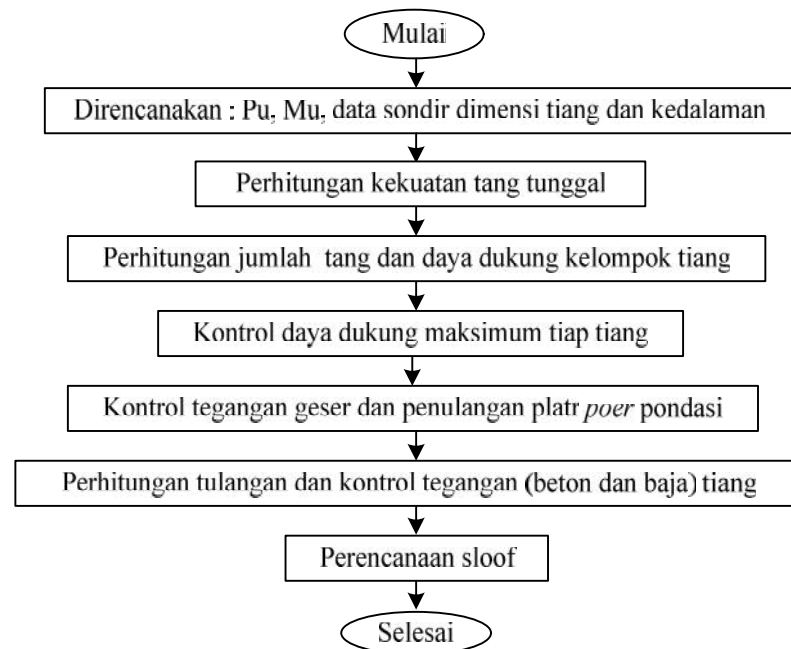


Gambar III.7. Bagan alir perhitungan tulangan memanjang kolom



Gambar III.8. Bagan alir perencanaan tulangan geser (begel) kolom

F. Perencanaan Pondasi Tiang Pancang



Gambar III.9. Bagan alir perencanaan pondasi tiang pancang

IV. METODE PERENCANAAN

A. Data Perencanaan

Data perencanaan struktur meliputi hal-hal sebagai berikut :

- 1). Struktur beton bertulang empat lantai dan 1 *basement* dengan prinsip perencanaan daktail penuh, di daerah Sukoharjo.
- 2). Atap gedung menggunakan rangka kuda-kuda baja profil.
- 3). Balok dan kolom mampu menahan beban gempa dan gaya geser.
- 4). Struktur pondasi dipakai tiang pancang.
- 5). Gedung berdiri di atas tanah keras dengan kedalaman tanah keras 10 m dari permukaan tanah asli.

B. Alat Bantu Perencanaan

1. Program SAP 2000 Nonlinear

Program ini adalah program komputer untuk perhitungan analisis struktur pada rangka atap (kuda-kuda) dan portal beton bertulang pada gedung.

2. Program Gambar (*Autocad 2004*)

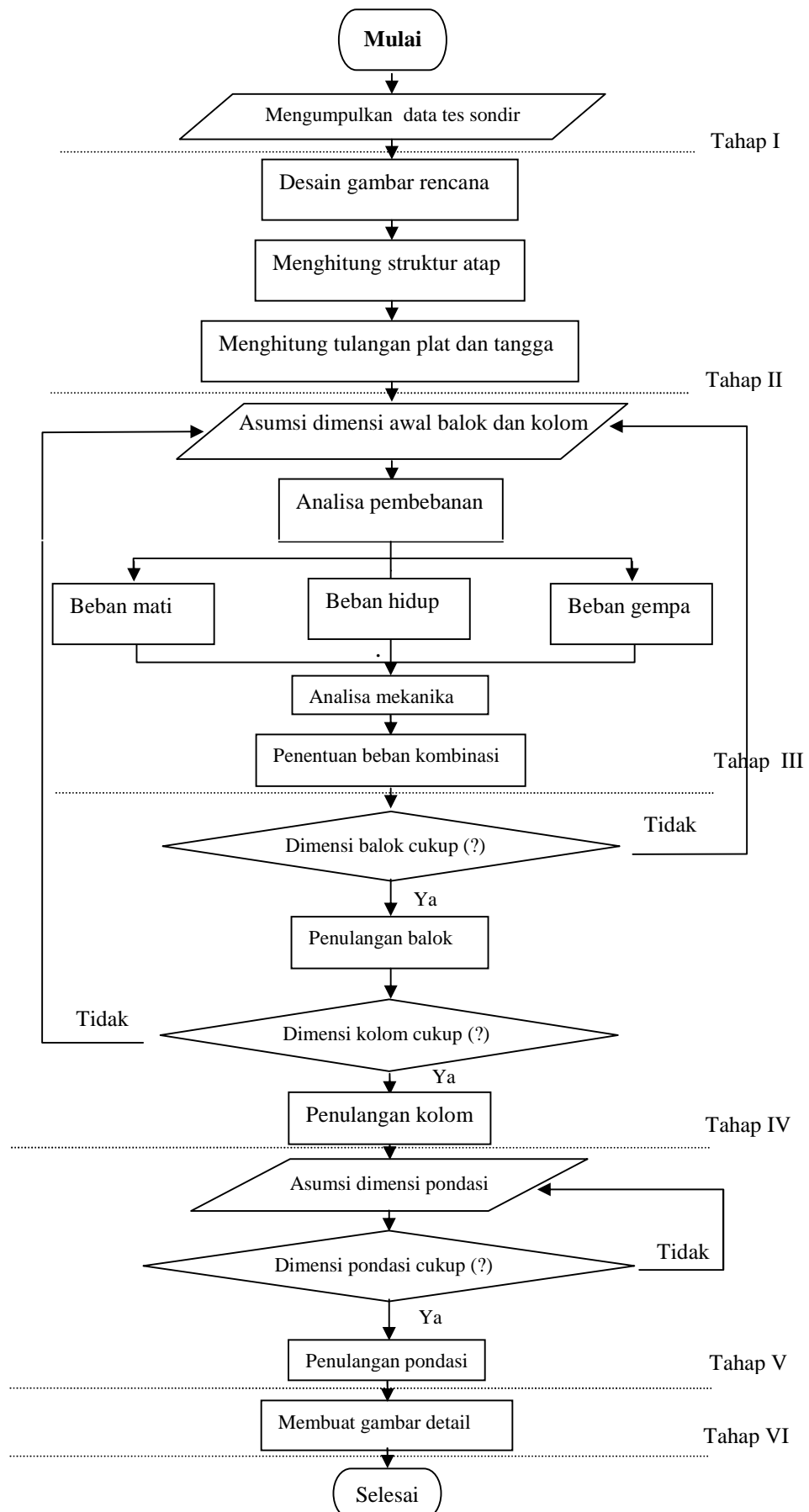
Program ini adalah program komputer untuk penggambaran detail-detail struktur yang diperlukan dalam perencanaan maupun perhitungan struktur.

3. Program *Microsoft Office 2003*

Program ini adalah program komputer yang digunakan untuk membuat laporan, bagan alir, analisa data, dan juga untuk membuat tabel.

C. Tahapan Perencanaan

Perencanaan gedung ini dilaksanakan dalam 6 (enam) tahap seperti terlihat dalam bagan alir pada Gambar IV.1



Gambar IV.1. Bagan alir perencanaan gedung

V. HASIL PERENCANAAN

A. Perencanaan Struktur Atap

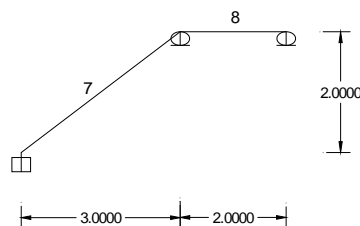
Perencanaan struktur atap menggunakan penutup atap dari asbes dengan rangka atap dari baja. Berdasarkan hasil perhitungan digunakan gording profil baja lip kanal C150.65.20.3,2 dan rangka kuda-kuda baja menggunakan profil siku $\angle 50.65.7$, $\angle 30.45.4$, $\angle 50.65.7$, $\angle 30.45.4$. Alat sambung menggunakan Las dengan panjang Las (L_n) = 20 mm L_n 80 mm dan menggunakan plat kopel dan plat buhul dengan tebal 10mm. Rangka atap dan detailnya dapat dilihat pada lampiran 1.

B. Perencanaan Plat Beton Bertulang

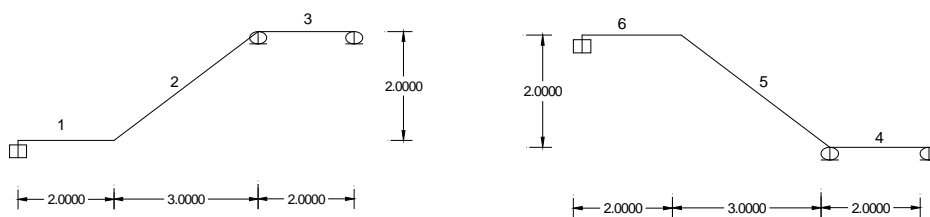
Perhitungan plat beton bertulang menggunakan Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971. Perencanaan struktur plat terdiri dari plat atap dan plat lantai, dengan denah plat atap seperti pada Gambar V.1. Selengkapnya hasil perhitungan plat dapat dilihat pada lampiran II

C. Perencanaan Tangga

Pada perencanaan tangga tidak ada perbedaan antara perencanaan tangga tiap lantai. Berdasarkan hasil perhitungan digunakan lebar papan injakan anak tangga 30cm dan tinggi tanjakan 18cm.



(a). Perencanaan tangga besement



(b). Perencanaan tangga lantai 1,2,3 dan 4

D. Perencanaan Balok

Hasil hitungan perencanaan balok nomor 61 portal as-3 pada lantai 1 dapat dilihat pada Gambar VI.4. Selengkapnya penulangan portal as-3 dapat dilihat pada lampiran III.

E. Perencanaan Kolom

Hasil hitungan perencanaan kolom nomor 21 portal as-B pada lantai 1 dapat dilihat pada Gambar VI.5.

F. Perencanaan Pondasi

Hasil hitungan perencanaan pondasi portal as-B dapat dilihat pada Gambar VI.6.

VI. KESIMPULAN DAN

A. Kesimpulan

Setelah melakukan analisis perhitungan perencanaan struktur beton bertulang untuk Gedung Sekolah 4 Lanta (+1 Basement) dengan prinsip daktail penuh, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Perencanaan struktur beton bertulang ini direncanakan aman terhadap beban mati, beban hidup dan beban gempa rencana. Distribusi beban geser/gempa menggunakan analisis statik ekuivalen sedangkan perhitungan analisis mekanika strukturnya menggunakan program bantu hitung SAP 2000 v. 8 nonlinear, dengan hasilnya sebagai berikut :

- 1). Struktur atap menggunakan kuda-kuda 4 rangka baja profil

- 50.65.7.
- 30.45.4.
- 50.65.7.
- 30.45.4.

- 2). Ketebalan plat lantai (2,3,4,5) 12 cm dengan tulangan pokok D8 dan tulangan bagi dp 6, ketebalan plat atap 10 cm dengan tulangan pokok D8 dan tulangan bagi dp 6.
- 3). Struktur tangga digunakan bentuk U dengan hasil perencanaan tinggi tanjakan 18 cm dan lebar papan injakan 30 cm. Untuk plat tangga serta plat bordes digunakan tebal 15 cm dengan tulangan pokok D14 dan tulangan bagi dp 8.
- 4). Struktur portal gedung beton bertulang meliputi :
 - a). Balok induk dengan dimensi 300/500 mm dengan tulangan pokok D25 dan tulangan geser menggunakan 4dp10 dan 2dp10.
 - b). Kolom dengan dimensi 500/500 mm dengan tulangan pokok D22 dan tulangan geser menggunakan 4dp10 dan 2dp10.
- 5). Struktur pondasi menggunakan pondasi tiang pancang beton bertulang dan dipancang sampai tanah keras meliputi :
 - a). Plat *poer* pondasi menggunakan ukuran (2,5x2,5) m² setebal 50 cm dengan tulangan D16 dan jarak 130 mm.
 - b). Kelompok tiang pancang berjumlah 4 tiang dengan dimensi tiang pancang 25/25 cm dengan Tulangan pokok 4D12 dan begel 2dp6-95.
 - c). Sloof dengan dimensi 300/500 mm dengan tulangan pokok D16+D10 dan tulangan geser menggunakan 2dp10.

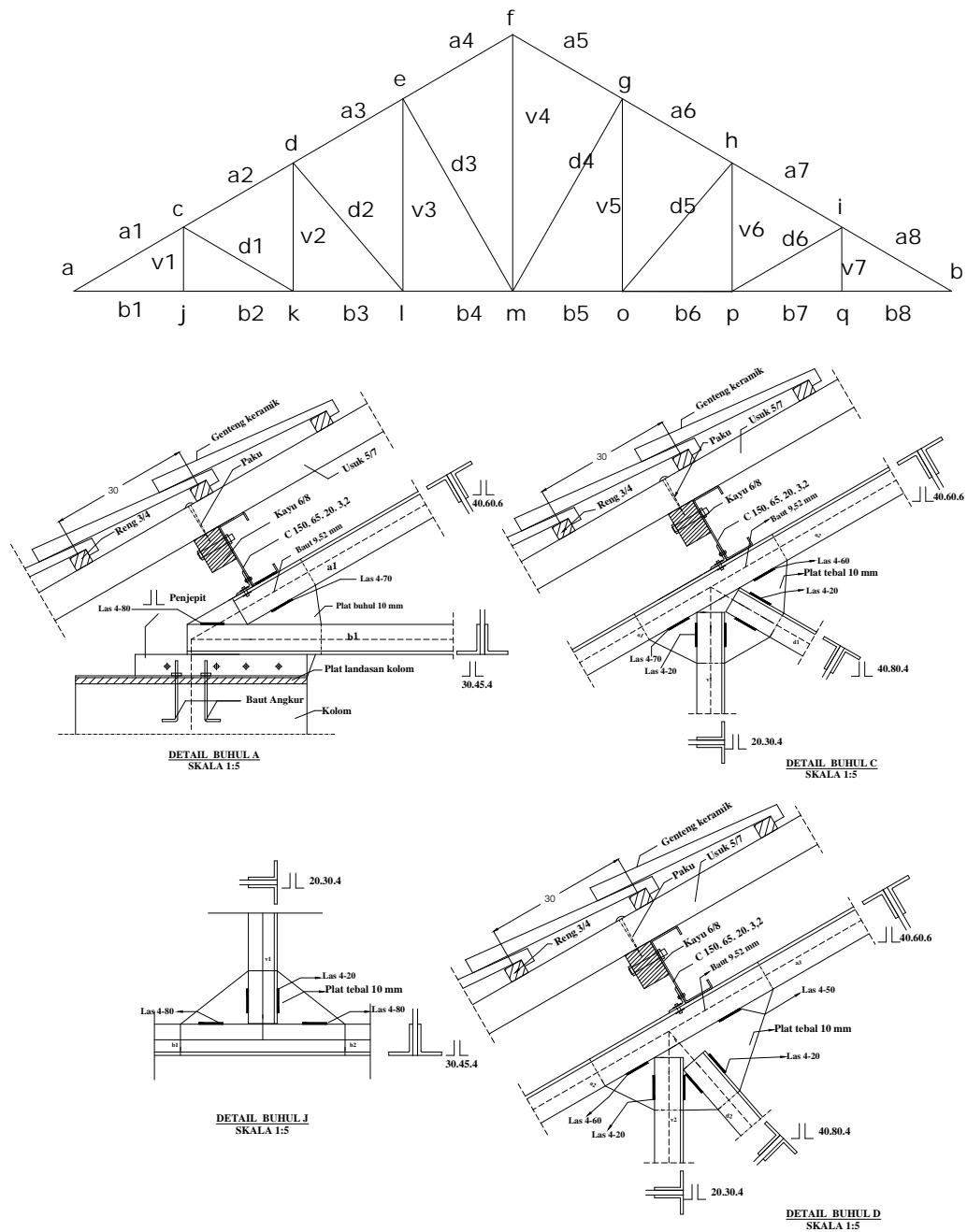
B. Saran

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam perencanaan struktur beton bertulang untuk gedung bertingkat pada umumnya dan secara khusus pada Tugas Akhir ini penulis mencoba memberikan saran diantaranya sebagai berikut :

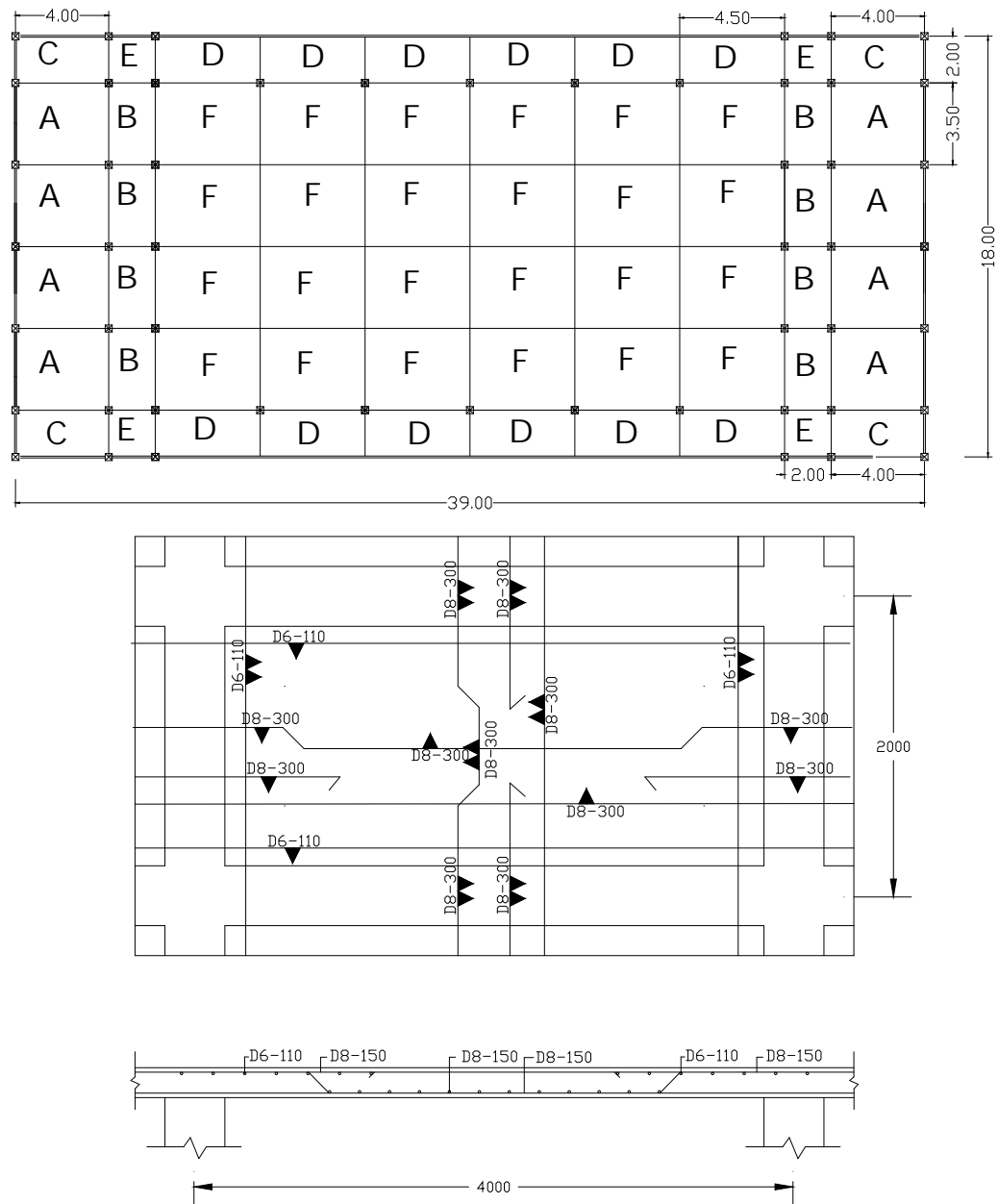
1. Faktor keamanan/keselamatan dan faktor ekonomis dalam perencanaan gedung merupakan hal yang sangat perlu dipertimbangkan, sehingga pemilihan tingkat daktail menjadi pertimbangan yang sangat penting.

2. Letak bangunan yang direncanakan harus diperhatikan, karena akan berpengaruh pada beban horisontal/beban gempa yang berkerja.
3. Asumsi-asumsi yang dipergunakan perlu diperhatikan berdasarkan aturan/ketetapan Standar Nasional Indonesia (SNI) terbaru sehingga tidak terjadi kesalahan-kesalahan dalam mencari gaya dalamnya dan mampu menerapkan aturan terbaru.
4. Jika dalam perencanaan menggunakan program bantu hitung untuk perhitungan analisa mekanika struktur seperti SAP 2000 atau yang lainnya hendaknya diperhatikan ketelitian dalam memasukkan data (*input*) karena akan berpengaruh terhadap keluaran data (*output*).
5. Bila nantinya Tugas Akhir ini diwujudkan dalam bentuk sebuah gedung, sebaiknya dimensi profil kuda-kuda, dimensi balok induk serta kolomnya dihitung kembali, karena kemungkinan terlalu boros.

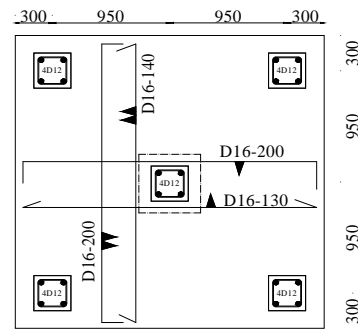
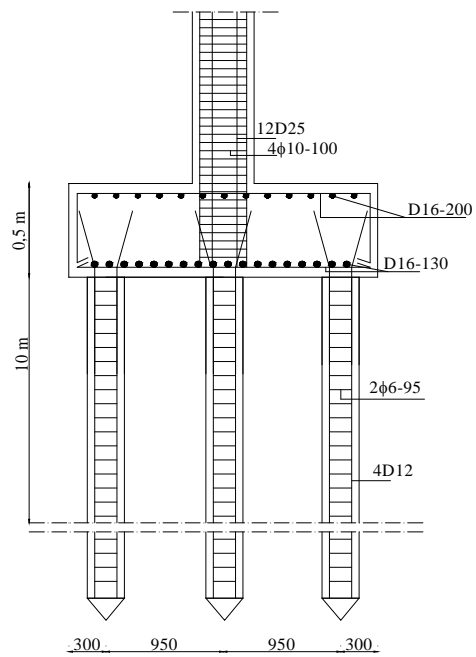
Lampiran I. Gambar struktur kuda-kuda utama serta contoh detail buhul.



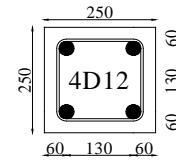
Lampiran II. Gambar perencanaan plat lantai serta detail penulangannya.



Detail penulangan plat lantai tipe C



Penulangan pelat *poer*



Penulangan tiang pancang

Lampiran IV. Penulangan fondasi tiang pancang

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1983. *Peraturan pembebanan Indonesia Untuk Gedung*, Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung.
- Anonim, 1987. *Pedoman Perencanaan Bangunan Baja Untuk Gedung*, Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung.
- Asroni, A., 2003, *Buku Ajar Struktural Beton Lanjut*, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Asroni, A., 2007, *Balok dan Pelat Beton Bertulang*, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- DPMB, 1971. *Peraturan Beton Bertulang Indonesia N.I.-2*, Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung.
- Departemen Pekerjaan Umum, 2002. *Pedoman Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Rumah dan Gedung SNI 03-1726-2002*, Badan Standardisasi Nasional, Bandung.
- Departemen Pekerjaan Umum, 2002. *Tatacara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung SNI 03-2847-2002*, Badan Standardisasi Nasional, Bandung.
- Muto, Kiyoshi, 1997. *Analisis Perencanaan Gedung Tahan Gempa*, Erlangga, Jakarta